

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь

Затверджено

На засіданні
кафедри математичної статистики і
диференціальних рівнянь
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 11 від 22.06.2021 р.)



Завідувач кафедри: Бугрій О.М.

Силабус з навчальної дисципліни
“ Стохастичні диференціальні рівняння ”,
що викладається в межах ОПП “ Комп'ютерний аналіз
математичних моделей ”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 111 - Математика

Львів 2021 р.

Назва дисципліни	Стохастичні диференціальні рівняння
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичного факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 - Математика та статистика 111 - Математика
Викладачі дисципліни	Бугрій О.М., доктор фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
Контактна інформація викладачів	oleh.buhrii@lnu.edu.ua , http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/buhrii_o_m ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 267. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	http://new.mmf.lnu.edu.ua/course/sde_for_111-kamm
Інформація про дисципліну	Курс розроблено для ознайомлення студентів з основними поняттями та методами розв'язування стохастичних диференціальних рівнянь.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Стохастичні диференціальні рівняння” є нормативною дисципліною з спеціальності 111 - Математика для освітньої програми “Комп'ютерний аналіз математичних моделей”, яка викладається в 7-му семестрі в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Мета: ознайомлення з основними поняттями та методами теорії стохастичних диференціальних рівнянь. Цілі: ознайомити з властивостями функцій зі значеннями в банахових просторах, викласти основні положення теорії випадкових процесів з неперервним часом, теорії стохастичних диференціальних рівнянь..
Література для вивчення дисципліни	1) Evans L.C. <i>An introduction to stochastic differential equations</i> . – Berkeley. 2) Гихман И.И., Скороход А.В. <i>Стохастические дифференциальные уравнения</i> . – К.: Наукова думка, 1968. 3) Бугрій О.М. <i>Параболічні варіаційні нерівності: Текст лекцій</i> . – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 4) Гаевский Х., Греггер К., Захарнас К. <i>Нелинейные операторные уравнения и операторные дифференциальные уравнения</i> . М.: Мир, 1978. 5) Колмогоров А.Н., Фомин С.В. <i>Элементы теории функций и функционального анализа</i> . М., 1972.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 80 год., з них 48 год. лекційних та 16 год. практичних занять. Самостійної роботи: 40 год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення даного курсу студент буде: знати: формулювання основних задач для стохастичних диференціальних

	<p>рівнянь першого і вищих порядків, систем стохастичних диференціальних рівнянь, умови існування, єдиності та неперервної залежності від початкових даних їхніх розв'язків, доведення теорем їх коректності;</p> <p>вміти: розрізняти типи стохастичних диференціальних рівнянь першого порядку, систем стохастичних диференціальних рівнянь, знаходити їхні загальні розв'язки, знаходити розв'язки задач для стохастичних диференціальних рівнянь та їхніх систем, перераховувати стохастичні диференціали при замінах змінних, будувати експоненти матриць зі сталими коефіцієнтами, перевіряти умови коректності задач для стохастичних диференціальних рівнянь та їхніх систем.</p>
Ключові слова	Випадковий процес з неперервним часом, стохастичне диференціальне рівняння, рівняння Іто, задача Коші, розв'язок задачі Коші.
Формат курсу	Очний, дистанційний Проведення лекційних, практичних занять і консультацій.
Теми	<p>Тема 1. <i>Поняття про рівняння з випадковим чинником.</i></p> <p>Тема 2. <i>Основні функційні простори детермінованих функцій.</i></p> <p>Тема 3. <i>Інтеграл Рімана-Стільтьєсса, Лебега-Стільтьєсса та їхні основні властивості.</i></p> <p>Тема 4. <i>Простори гладких та інтегрованих функцій зі значеннями в банахових просторах.</i></p> <p>Тема 5. <i>Ймовірнісна міра Лебега-Стільтьєсса, простори випадкових функцій зі скінченими моментами.</i></p> <p>Тема 6. <i>Колоквіум 1.</i></p> <p>Тема 7. <i>Випадкові процеси з неперервним часом та їхня класифікація.</i></p> <p>Тема 8. <i>Вінерівський процес та деякі його властивості.</i></p> <p>Тема 9. <i>Інтеграл Пелі-Вінера-Зигмунда та деякі його властивості.</i></p> <p>Тема 10. <i>Стохастичний диференціал випадкових процесів.</i></p> <p>Тема 11. <i>Колоквіум 2.</i></p> <p>Тема 12. <i>Формулювання задач для стохастичних диференціальних рівнянь (СДР) Іто першого порядку, вищих порядків та систем СДР.</i></p> <p>Тема 13. <i>Єдиність розв'язків задач Коші для СДР та систем СДР.</i></p> <p>Тема 14. <i>Існування розв'язку задачі Коші для СДР.</i></p> <p>Тема 15. <i>Існування розв'язку задачі Коші для системи СДР.</i></p> <p>Тема 16. <i>Неперервна залежність розв'язків задач Коші для СДР від параметрів.</i></p>
Підсумковий контроль, форма	Іспит
Пререквізити	<p>Для вивчення даного курсу студенти потрібні базові знання з:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Математичний аналіз. - Функціональний аналіз. - Теорія ймовірностей. - Диференціальні рівняння.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, інтерактивна комунікація

Необхідне обладнання	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 10% семестрової оцінки за контрольну роботу, максимальна кількість балів 10. • Змістовий модуль 2: 10% семестрової оцінки за контрольну роботу, 10% семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 20. • Змістовий модуль 3: 10% семестрової оцінки за контрольну роботу, 10% семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 20. • іспит: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до заліку чи екзамену.	Базові означення з функціонального аналізу, теорії ймовірності та звичайних диференціальних рівнянь; властивості інтегралів Рімана, Лебега, Рімана-Стільтьєса; міра Лебега, Лебега-Стільтьєса; інтеграл Лебега-Стільтьєса, Бохнера, Пелі-Вінера-Зигмунда; класифікація випадкових процесів; стохастичний диференціал випадкових процесів; задача Коші для стохастичного диференціального рівняння (єдиність, існування, неперервна залежності розв'язку від даних)..
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

**Схема курсу “Теорія ймовірності та математична статистика”
для студентів спеціальності 071 - Облік і оподаткування**

Тиж- ні	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год СР	Вид ПК
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год		
1	2	3	4	5	6	7
1	Поняття про рівняння з випадковим чинником.	3	Формула Іто та її використання	2	2,5	
2	Основні функційні простори детермінованих функцій.	3	Звичайні та стохастичні диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними	2	2,5	
3	Інтеграл Рімана-Стільтьєса, Лебега-Стільтьєса та їхні основні властивості.	3	Стохастичні диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними II	2	2,5	
4	Простори гладких та інтегровних функцій зі значеннями в банахових просторах.	3	Математичне сподівання випадкової величини	2	2,5	
5	Ймовірнісна міра Лебега-Стільтьєса, простори випадкових функцій зі скінченними моментами.	3	Контрольна робота 1	2	2,5	
6	Колоквіум 1.	3	Звичайні та стохастичні лінійні диференціальні рівняння	2	2,5	
7	Випадкові процеси з неперервним часом та їхня класифікація.	3	Стохастичні лінійні однорідні диференціальні рівняння	2	2,5	
8	Вінерівський процес та деякі його властивості.	3	Стохастичні лінійні неоднорідні диференціальні рівняння	2	2,5	
9	Інтеграл Пелі-Вінера-Зигмунда та деякі його властивості.	3	Контрольна робота 2	2	2,5	
10	Стохастичний диференціал випадкових	3	Експонента матриці: випадок простих дійсних	2	2,5	

	процесів.		власних значень			
11	Колоквіум 2.	3	Експонента матриці: випадок кратних дійсних та простих комплексних власних значень	2	2,5	
12	Формулювання задач для стохастичних диференціальних рівнянь (СДР) Іто першого порядку, вищих 3-го порядку та систем СДР.	3	Використання експоненти матриці для розв'язування систем звичайних диференціальних рівнянь	2	2,5	
13	Єдиність розв'язків задач Коші для СДР та систем СДР.	3	Системи лінійних однорідних стохастичних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами	2	2,5	
14	Існування розв'язку задачі Коші для СДР.	3	Системи лінійних неоднорідних стохастичних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами	2	2,5	
15	Існування розв'язку задачі Коші для системи СДР.	3	Контрольна робота 3	2	2,5	
16	Неперервна залежність розв'язків задач Коші для СДР від параметрів.	3	Підсумкове заняття	2	2,5	
	Разом	48		32	40	
	Викладач: Бугрій О.М.		Викладач: Бугрій О.М.			